ICS 27.080

VDI-RICHTLINIEN

Juni 2019
June 2019

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Thermische Nutzung des Untergrunds
Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen

Thermal use of the underground
Ground source heat pump systems

VDI 4640

Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Frühere Ausgaben: 09.01; 05.15, Entwurf, deutsch
Former editions: 09/01; 05/15, Draft, in German only

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf 2019

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 2
Einleitung . . . 3
1 Anwendungsbereich . . . 4
2 Normative Verweise . . . 4
3 Begriffe . . . 4
4 Formelzeichen und Abkürzungen . . . 5
5 Thermische Nutzung des Grundwassers mit Brunnenanlagen . . . 7
5.1 Auslegung . . . 7
5.2 Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage . . . 13
6 Nutzung des oberflächennahen Untergrunds mit Erdwärmekollektoren . . . 19
6.1 Auslegung horizontaler Erdwärmekollektoren 20
6.2 Installation . . . 22
7 Nutzung des Untergrunds mit Erdwärmesonden . . . 25
7.1 Thermische Auslegung . . . 27
7.2 Hydraulische Auslegung von Erdwärmesondenanlagen . . . 38
7.3 Installation/Errichtung der Anlage . . . 42
8 Besonderheiten von Anlagen mit Direktverdampfung . . . 61
8.1 Auslegung . . . 61
8.2 Installation . . . 62
8.3 Inbetriebnahme . . . 63
9 Besonderheiten weiterer Wärmequellenanlagen/ Wärmesenkenanlagen . . . 64
9.1 Gründungspfähle als Wärmeübertrager – Energiepfähle . . . 64
9.2 Erdberührte Betonbauteile als Wärmeübertrager . . . 67
9.3 Geothermie in Tunnelbauwerken . . . 68
9.4 Kompakte Erdwärmekollektoren . . . 70
9.5 Speichersonden . . . 73

Contents Page

Preliminary note . . . 2
Introduction . . . 3
1 Scope . . . 4
2 Normative references . . . 4
3 Terms and definitions . . . 4
4 Symbols and abbreviations . . . 5
5 Thermal use of groundwater with well systems . . . 7
5.1 Design . . . 7
5.2 Construction and commissioning of the system . . . 13
6 Use of the shallow underground using ground heat collectors . . . 19
6.1 Design of horizontal ground heat collectors . . 20
6.2 Installation . . . 22
7 Use of the underground with borehole heat exchangers . . . 25
7.1 Thermal design . . . 27
7.2 Hydraulic design of borehole heat exchanger systems . . . 38
7.3 Installation/construction of system . . . 42
8 Special features of systems with direct expansion . . . 61
8.1 Design . . . 61
8.2 Installation . . . 62
8.3 Commissioning . . . 63
9 Characteristics of other heat source systems/heat sink systems . . . 64
9.1 Foundation piles as heat exchangers – energy piles . . . 64
9.2 Ground-contact concrete elements as heat exchangers . . . 67
9.3 Geothermal energy in tunnels . . . 68
9.4 Compact ground heat exchangers . . . 70
9.5 Storage-type borehole heat exchangers . . . 73

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energietechnik

VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2019

Inhalt

Seite

10 Systemeinbindung 74
10.1 Verteiler und Sammler 75
10.2 Armaturen und Pumpen 75
10.3 Anschlussleitungen zwischen Verteiler und Wärmepumpe 75
10.4 Dimensionierung der Rohrleitungen und Pumpen 75

11 Wärmenutzungsanlagen 76
11.1 Erdgekoppelte Wärmepumpe 76
11.2 Betriebsweisen von Wärmepumpen 76
11.3 Bauaustrocknung 81
11.4 Austausch von Wärmepumpen 81

12 Materialien für Wärmequellenanlagen 82
12.1 Materialeigenschaften polymerer Werkstoffe 82
12.2 Materialeigenschaften nicht polymerer Materialien 84

13 Verhalten in Störfällen und Rückbau erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen 86
13.1 Verhalten in Störfällen 86
13.2 Rückbau der Wärmepumpe 87
13.3 Rückbau der Wärmequellenanlage 87

Anhang A Auslegungstabellen für Erdwärmekollektoren 88

Anhang B Auslegungstabellen für Erdwärmesonden 100

Anhang C Druckverlustdiagramme 118

Anhang D Verfüllung von Erdwärmesonden (Beispiel für Verfüllprotokoll) 119

Anhang E Randbedingungen für Prüfverfahren zur Bestimmung des Einflusses von Verfüllbaustoffen bei Frost-Tau-Wechseln 121

Anhang F Weitere Wärmequellen/Wärmesenken . . 122

Schrifttum 135

Contents

Page

10 System integration 74
10.1 Manifolds and headers 75
10.2 Fittings and pumps 75
10.3 Connecting pipes between manifold and heat pump 75
10.4 Dimensioning of pipes and pumps 75

11 Heat utilisation systems 76
11.1 Ground source heat pump 76
11.2 Operating modes of heat pumps 76
11.3 Building drying 81
11.4 Heat pump replacement 81

12 Materials for heat source systems 82
12.1 Properties of polymer materials 82
12.2 Properties of non-polymer materials 84

13 What to do in case of disruptions – Removal of ground source heat pump systems 86
13.1 What to do in case of disruptions 86
13.2 Removal of heat pump 87
13.3 Removal of heat source system 87

Annex A Design tables for ground heat collectors 88

Annex B Design tables for borehole heat exchangers 100

Annex C Pressure loss diagrams 118

Annex D Grouting of borehole heat exchangers (sample grouting report) 120

Annex E Boundary conditions for test procedures to determine the behaviour of grouting materials subject to freezing-thawing-cycles . . . 121

Annex F Other heat sources/heat sinks 122

Bibliography 135